

⑫ 公開特許公報(A)

昭63-252750

⑤ Int. Cl.

B 41 J 3/04

識別記号

1 0 3

庁内整理番号

A-7513-2C

H-7513-2C

③ 公開 昭和63年(1988)10月19日

審査請求 未請求 請求項の数 64 (全 23 頁)

④ 発明の名称 高密度マルチ流路アレイ・パルス滴付着装置および同装置の製造方法

⑦ 特 願 昭63-3664

⑧ 出 願 昭63(1988)1月11日

優先権主張 ⑨ 1987年1月10日 ⑩ イギリス(G B) ⑪ 8700533

⑫ 発 明 者 アラン ジョン マイ アメリカ合衆国イリノイ州 60143 イタスカ ブラニン
ケルズ グ ドライブ ウェスト 1800

⑬ 出 願 人 エイエム インターナ アメリカ合衆国イリノイ州 60606 シカゴ シュート
ショナル インコーポ 900 ウェスト ウォツカー ドライブ 333
レーテッド

⑭ 代 理 人 弁理士 齊藤 武彦 外1名
最終頁に続く

明細書の浄書(内容に変更なし)

明 細 書

1. [発 明 の 名 称]

高密度マルチ流路アレイ・パルス滴付着装置および同
装置の製造方法

2. [特 許 請 求 の 範 囲]

(1) 流路の長手に対し垂直なアレイ方向に互いに間隔をあけられた多数の平行な流路からなり、該流路が、それぞれ流路の長手方向、および該長手方向とアレイ方向の双方に垂直な方向に伸びる側壁と、液滴噴射のために流路に接続された各ノズルと、流路を給液手段につなぐための接続手段と、ある流路のアクチュエーションが選択されたときに、その選択された流路の側壁の少なくとも一部のアレイ方向に平行な横変形を生じさせるために流路につながれた電気的アクチュエート手段とを有し、該側壁の一部が前記選択された流路の少なくとも長さの大部

分伸びており、その流路内に圧力変化を生じさせてその流路がつながっているノズルから液滴を噴射させる、高密度マルチ流路アレイ・パルス滴付着装置。

(2) 前記電気的アクチュエート手段が、前記流路の一つに隣接した壁の少なくとも一部をなす圧電物質と、該圧電物質に電界を印加するための電極手段とからなる、特許請求の範囲第1項記載の装置。

(3) 前記電気的アクチュエート手段が、前記各流路の側壁の少なくとも一部をなす圧電物質と、該圧電物質に電界を印加するための電極手段とからなる、特許請求の範囲第1項記載の装置。

(4) 前記圧電物質が、印加電界の作用の下で、剪断モードで変形する、特許請求の範囲第3項記載の装置。

(5) 前記側壁が実質的にすべて二つの流路に隣接している、特許請求の範囲第1項に記載の装置。

- (6) 前記側壁のコンプライアンスが、ある選択された流路のアクチュエーションの際に、側壁コンプライアンスの結果として隣接する流路内におこる圧力変化の大きさが、その選択された流路内の圧力変化の大きさの重要な比率を表すようなものである、特許請求の範囲第5項記載の装置。
- (7) 前記電気的アクチュエート手段の各々が、ある流路の選択的アクチュエーションの際に、その流路の両側の側壁の少なくとも一部の横変形を一つから他方に向かって生じさせる、特許請求の範囲第1項記載の装置。
- (8) 前記電気的アクチュエート手段が、各流路の側壁の少なくとも一部をなす圧電物質からなり、共通の電極が側壁の圧電物質に電界を印加するために、各流路当り一つずつ設けられている、特許請求の範囲第7項記載の装置。
- (9) 前記共通の電極が、対応する流路の内面を実質的にす

- 3 -

よりも少なくとも100倍大きい、特許請求の範囲第1項記載の装置。

- Q9 前記流路の断面積において、アレイ方向に垂直な方向において横変形可能な側壁の長さが、アレイ方向の流路の平均寸法よりも大きな、特許請求の範囲第1項記載の装置。
- Q9 前記横変形可能な側壁の長さが流路の前記寸法よりも3〜30倍大きな、特許請求の範囲第15項記載の装置。
- Q7 前記側壁の断面積において、アレイ方向に垂直な方向の側壁の長さがアレイ方向の側壁の平均寸法よりも大きな、特許請求の範囲第5項記載の装置。
- Q9 前記側壁の長さが側壁の幅よりも3〜30倍大きな、特許請求の範囲第17項記載の装置。
- Q9 前記各側壁が、アレイ方向の同一平均幅の角筒側壁に比較して、側壁に隣接する流路間の圧力差に対応してア

- 5 -

べて覆う電極層からなる、特許請求の範囲第8項記載の装置。

- Q9 前記圧電物質が、流路の長手方向に共軸に伸びアレイ方向に垂直に互いに間隔をとられた二つの領域に設けられ、この各領域内の印加電界に関し分極方向が壁がくの字形の変形を受けるようなものである、特許請求の範囲第4項記載の装置。
- Q1 前記二つの領域が相接している特許請求の範囲第10項記載の装置。
- Q2 前記二つの領域が、非変形壁を通して接続されている、特許請求の範囲第10項記載の装置。
- Q3 前記各流路の長さがアレイ方向の流路の平均寸法(幅)よりも少なくとも30倍大きい、特許請求の範囲第1項記載の装置。
- Q4 前記各流路の長さがアレイ方向の流路の平均寸法(幅)

- 4 -

レイ方向の平均変形を減らすような形状にされている、特許請求の範囲第17項記載の装置。

- Q1 前記各側壁のアレイ方向の寸法(幅)が流路断面の内側に減る、特許請求の範囲第19項記載の装置。
- Q1 前記側壁が流路長およびアレイ方向両方を含む面において波形状である、特許請求の範囲第19項記載の装置。
- Q2 前記各側壁が、アレイ方向に同一平均寸法をもつ角筒側壁に比較して、側壁に隣接する流路間の圧力差に対応してアレイ方向の平均変形を減らす手段を設けられている、特許請求の範囲第17項記載の装置。
- Q2 前記手段が、圧電物質の剪断におけるコンプライアンスに影響を与えることなく、圧電物質のたわみにおける流路内圧力に対するコンプライアンスを減らすために、圧電物質上に設けられた圧電物質よりも堅い物質の表面層からなる、特許請求の範囲第22項記載の装置。

- 6 -

04 前記表面層が電極上に設けられた絶縁物質からなる、特許請求の範囲第23項記載の装置。

05 前記電極が電極機能として要求されるよりも厚く作られている、特許請求の範囲第23項記載の装置。

06 前記側壁がアレイに共通な天壁と底壁の間に伸びる、特許請求の範囲第1項記載の装置。

07 前記側壁が天・底壁に閉し、側壁断面の回転運動を抑えるために、天・底壁に堅く接続されている、特許請求の範囲第26項記載の装置。

08 前記電気的アクチュエート手段が天壁から底壁まで伸びる圧電物質からなる、特許請求の範囲第26項記載の装置。

09 前記天・底壁が電気的絶縁物質からなる、特許請求の範囲第28項記載の装置。

10 前記各流路の延長が天・底壁の一方又は両方につなが

- 7 -

の範囲第33項記載の装置。

11 第1・第2グループに分けられた流路の各対で配置された多数の平行な流路と、該各流路にそれぞれつながっているノズルと、各対の流路に対して設けられ各対の流路を分割する長手方向の側壁と、第1又は第2グループ内のある流路を選択したときに、時間的に交互の第1・第2の作動モードで適用される電気的アクチュエート手段とからなり、該電気的アクチュエート手段によつて前記選択された流路を含む対の流路に関係した側壁の少なくとも一部を横変形させ、該選択された流路内に圧力変化を生じさせ、その流路につながっているノズルから滴を噴射させ、第1グループの流路につながっているノズルが、第2グループの流路につながっているノズルに対し、前記第1・第2作動モードの時間間隔に等しい量だけ、滴が付着されるべき面の相対運動の方向にずれてい

- 9 -

つて形成されている、特許請求の範囲第26項記載の装置。

12 実質的に全流路の延長が天・底壁と同一に形成されている、特許請求の範囲第30項記載の装置。

13 前記連続する流路の流路延長が交互に天壁と底壁内に形成されている、特許請求の範囲第30項記載の装置。

14 前記ノズルが各流路に直接つながっている、特許請求の範囲第1項記載の装置。

15 前記各流路が静止状態で体積Vの液体を含み、該各流路に対し、流路をそれぞれのノズルに接続する手段が設けられ、該接続手段によつて区切られる内部液体の体積が0.1Vよりも小さな、特許請求の範囲第1項記載の装置。

16 前記横変形可能な側壁が、流路に対応するノズルにつながっている各流路内の位置から伸びている、特許請求

- 8 -

る、アレイに対し相対的に運動する面上への滴付着に対するマルチ流路アレイ・パルス滴付着装置。

17 前記流路対の各流路が、長手方向の固定壁によつて次の連続する対の隣接流路から分離されている、特許請求の範囲第36項記載の装置。

18 前記流路対の各流路が変形可能な長手方向の側壁によつて次の対の隣接流路から分離され、前記電気的アクチュエート手段が流路の選択の際に適用されて、該選択された流路の対向する側壁の互いに一方から他方への横変形をもたらす、特許請求の範囲第36項記載の装置。

19 前記各流路が、流路から横に伸び対応する側壁によつて制限されない体積を与える拡張流路にそれぞれつながっている、特許請求の範囲第36項記載の装置。

20 前記各流路が、それぞれ逆方向に伸びる第1・第2グループの流路の拡張流路につながっている、特許請求の

- 10 -

範囲第38項記載の装置。

- (42) 前記各グループの流路の拡張流路が共通の基板を通して伸び、各グループの隣接する拡張流路間に定められる基板部分は変形可能で、前記隣接する拡張流路間に圧力の伝播を生じさせる、特許請求の範囲第40項記載の装置。
- (43) 前記各グループの流路の拡張流路が共通の基板内に伸び、該グループの隣接する拡張流路間の片持ち梁基板部分を画成する、特許請求の範囲第40項記載の装置。
- (44) ある流路の前記拡張流路を制限している二つの基板部分が、該流路内の圧力変化の下で変形して、側壁の変形から生ずる圧力変化に対し、隣接する流路において相殺する、特許請求の範囲第42項記載の装置。
- (45) 前記各拡張流路の体積が、それぞれ対応する流路の体積よりも大きな、特許請求の範囲第39項記載の装置。

- 11 -

記第1・第2作動モード間の時間間隔に等しい量だけずれている、特許請求の範囲第46項記載の装置。

- (46) 前記連続する流路が、流路の長手および幅方向の双方に垂直な方向に、交互に逆方向にずれている、特許請求の範囲第46項記載の装置。
- (47) 前記流路群が一体に形成され、該一体の各部分がそれぞれの流路で区画され、同一グループの隣接する流路が圧力変化の下で側壁の変形を通しておこる隣接流路の圧力変化を相殺するように変形する、特許請求の範囲第48項記載の装置。
- (48) 天壁と、底壁と、該天・壁の間に垂直に伸びる一平面内に各長手方向軸をもつ多数の平行流路を区切る側壁と、流路からの液滴噴射のために各流路のそれぞれ対応する点に設けられた各ノズルと、流路から噴射された滴の補充のために流路を給液手段につなぐ各接続手段とからな

- 13 -

- (49) 前記各拡張流路が、それぞれ対応する流路の長手方向の側壁面と共通である境界面を有している、特許請求の範囲第39項記載の装置。

- (50) 交互に第1と第2のグループに割りふられた連続する多数の平行な流路と、該流路とそれぞれつながっているノズルと、該流路を隣り流路と分割する長手方向の側壁と、それぞれ第1又は第2グループのある流路を選択したとき時間的に交互する第1と第2の作動モードに適用される電気的アクチュエート手段とからなり、該電気的アクチュエート手段が前記選択された流路に関する両側の側壁の少なくとも一部を横変形させ、該流路内に圧力変化を生じさせてそれにつながっているノズルから滴噴射をさせる、マルチ流路アレイ・パルス滴付着装置。
- (51) 前記第1グループの流路につながっているノズルが、第2グループの流路につながっているノズルに対し、前

- 12 -

り、前記側壁の少なくともいくつかが圧電物質とからなり、流路に平行で前記平面に垂直に伸びる壁の各反対面に電極を有し、該電極が該面に垂直な電界を印加して前記平面に平行な流路にそれぞれ逆方向の剪断モード変形を与える、マルチ流路アレイ・パルス滴付着装置。

- (52) 前記側壁が実質的にすべて変形可能であり、前記電極が第1作動モードにおいて適用されて第1グループの選択された流路の対向する側壁の一つから他方へ互いに向かう横変形をおこし、該第1グループの選択された流路から滴を噴射させ、一方、第2作動モードにおいては第2グループの選択された流路の対向する側壁の互い的一方から他方へ向かう横変形をおこし、第1グループの流路と交互に各流路が第2グループの前記選択された流路から滴を噴射させる、特許請求の範囲第50項記載の装置。

- 14 -

図 前記第 1 グループの流路のノズルが第 1 の平面内にその軸を平行にもつて設けられ、第 2 グループの流路のノズルが第 2 の平面内にその軸を平行にもつて設けられ、該第 2 の平面は前記の第 1 の平面と平行で、かつ第 1・第 2 グループの流路からの滴噴射における時間差を相殺する量だけ、第 1 の平面から隔たつて、噴射滴を予め定められた方法で付着させる、特許請求の範囲第 5 1 項記載の装置。

図 一平面内におかれた長手方向の軸と該平面に垂直に伸びる長方形断面を有する多数の平行な流路と、該流路に接続された滴噴射のための各ノズルと、流路を給液手段に接続するための接続手段とからなり、前記流路がさらに、各圧電物質の壁が前記流路軸の平面に垂直に伸びる流路の側面を形成し、該平面に平行な方向に分極され、電極が該圧電物質の壁の各々に装着されて前記分極の方

- 15 -

手段が、第 1 作動モードでは、互いに一方から他方へ動く第 1 グループの流路の側壁を横変形させて第 1 グループの流路から滴噴射させ、第 2 作動モードでは、第 1 グループの流路と交互に、互いに一方から他方へと動く第 2 グループの側壁を横変形させて第 2 グループの流路から滴噴射させるように設けられている、特許請求の範囲第 5 3 項記載の装置。

図 前記面に垂直に伸びる側壁のすべてが、中央の非変形部と、面に平行な方向および流路軸に垂直な方向のそれぞれに分極された外壁部とからなる、特許請求の範囲第 5 5 項記載の装置。

図 平行な側壁と該側壁の長手方向に伸びる圧電物質のストリップ対とによつて形成され、各ストリップ対が連続する側壁の間に挟まれ長方形断面の流路を形成するために離されて置かれた、一平面内にその長手方向軸を有す

- 17 -

向に垂直な電界を印加し、圧電物質の壁を流路軸に垂直に変形させることを特徴とする、マルチ流路アレイ・パルス滴付着装置。

図 前記流路が連続する対として配置され、該流路の各対の間に流路軸の面に垂直な方向に分極された圧電物質の壁が設けられ、該壁が流路軸の面に垂直に伸びる対応する対の流路の共通の側壁を提供し、前記電極が該圧電物質の壁の各々に設けられて第 1 作動モードで流路の一つに向かつて該壁を変形させ、かつ、該壁を第 2 作動モードで流路のもう一つに向かつて変形させる、特許請求の範囲第 5 3 項記載の装置。

図 前記流路の全側壁が、その全長を通して伸び流路軸に垂直で面に平行な方向に分極された圧電物質を少なくとも一部有し、前記電極が該分極方向に垂直な電界を印加するために側壁の各々に装着され、該電極を活性化する

- 16 -

る多数の平行な流路と、該流路にその端でつながれた各ノズルと、流路を給液手段につなぐ接続手段と、前記各ストリップの分極方向に電界を印加するために側壁のストリップ対の面に設けられた電極と、第 1 作動モードにおいて第 1 グループの流路のストリップの変形をひきおこして該変形ストリップを有する側壁の対向方向に変形させて流路から滴噴射をさせ、また第 2 作動モードにおいて、第 1 グループの流路と交互に、第 2 グループのストリップの変形をひきおこして該変形ストリップを有する側壁の対向方向に変形させて流路から滴噴射をさせる電極活性化手段とからなり、該電極活性化手段が各作動モードにおいて、滴噴射すべき各流路の各側壁を等量だけ同方向に変形させる、マルチ流路アレイ・パルス滴付着装置。

図 2 層の側壁と該側壁の間に挟まれて長方形断面の流路

- 18 -

を形成する非変形物質のストリップ対とからなり、一平面内に長手方向の軸が設けられ、2層の各側壁が該平面に平行な方向に分極され電極を有する少なくとも1層の圧電物質からなる多数の平行な流路と、該流路の対応する位置につながっている各ノズルと、該流路を給液手段に接続するための各接続手段と、第1作動モードにおいては第1グループの流路の少なくとも対向する側壁の幾つかの各反対方向に横たわみ変形をさせて該側壁の流路から滴を噴射させ、第2の作動モードにおいては、第1グループの流路と交互に第2グループの流路の少なくとも対向する側壁の幾つかの各反対方向に横たわみ変形をさせて該側壁の流路から滴を噴射させる電極活性化手段とからなる、マルチ流路アレイ・パルス滴付着装置。

㉒ 平行なたわみ可能な側壁と該側壁がその反対端に取りつけられている天・底壁とからなり、該天・底壁が逆方

- 19 -

平行な溝を形成し、該連続する溝の間に圧電物質の壁を設け、該対向する壁の対がそれらの間に流路を延長し、

c) 該壁が流路に垂直に変形するような電界を印加するための電極を壁に設け、

d) 該電極に電気的駆動回路手段を接続し、

e) 該圧電物質の壁に天壁を固着して流路を閉じ、

f) 該流路にノズルと給液手段とを設ける

ステップからなる、マルチ流路アレイ・パルス滴付着装置の製造方法。

㉓ さらに、

a) 圧電物質の層を有する天壁を形成し、

b) 該天壁内に該圧電物質の層を通じて伸びる多数の平行な溝を形成するステップを含み、

前記天壁の固着ステップが、該天壁の圧電物質を底壁の圧電物質に固着することからなる、特許請求の範囲第60

項に分極された各圧電物質の層を設けられ、長方形断面の壁セグメントによつて形成され、側壁と流路の反対端に一般に設けられた複数の流路と、該流路の対応する端につながれた各ノズルと、該流路を給液手段に接続するための接続手段と、前記セグメントの境界面に設けられた各電極と、第1作動モードでは前記天・底壁のセグメントの剪断モード変形を通して第1グループの流路の側壁の互いに逆の方向にたわませて該側壁の流路から滴を噴射させ、第2作動モードでは天・底壁のセグメントの剪断モード変形を通して第1グループの流路と交互に第2グループの流路の側壁の互いに逆の方向にたわませて該側壁の流路から滴を噴射させる電極活性化手段とからなる、マルチ流路アレイ・パルス滴付着装置。

㉔ a) 圧電物質の層を有する底壁を形成し、

b) 該底壁内に、該圧電物質の層を通して伸びる多数の

- 20 -

項記載の方法。

㉕ 前記電極の装着ステップが、前記溝の全表面に導電層を設けることからなる、特許請求の範囲第60項記載の方法。

㉖ 前記底壁が電気的絶縁基板および圧電物質層表面からなり、前記溝形成のステップが少なくとも溝の一部を基板内に伸ばすことからなる、特許請求の範囲第60項記載の方法。

㉗ 前記溝が交互に基板内に伸ばされる、特許請求の範囲第63項記載の方法。

3 [発 明 の 詳 細 な 説 明]

< 産業上の利用分野 >

本発明はパルス滴付着装置に関し、さらに詳しくは複数の滴付着流路を含む同装置に関するものである。このような装置の典型として、「ドロップ・オン・ダイヤモンド」イ

ンクジェットプリンターと呼ばれているようなマルチ流路パルス滴インクジェットプリンターがある。

<従来の技術とその問題点>

上記マルチ流路インクジェットプリンターの製造技術として、例えば米国特許出願第3,179,042号、英国特許出願第2,007,162号および英国特許出願第2,106,039号が知られている。これらは入力電気信号に応じて選択されたインク流路内に熱パルスが発生させ、その流路のインクに気泡を生じさせる熱動作プリントヘッドを開示している。これは次に圧力パルスが発生させて、流路端にあるノズルからインク滴を噴射させる。

しかしながら、上記熱動作プリントヘッドは、多くの顕著な欠点を有している。まず、熱モード動作は圧電式に比べて非効率的であり、インク滴を生じさせるのに10～100倍のエネルギーを要する。次に、インクジェットプ

- 23 -

していない。プリント解像に重要な因子は、ヘッドに関しプリント紙の移動に垂直な方向の単位長当りの流路数およびノズル数である。上記従来技術で開示されている圧電プリントヘッドは、流路密度が最高で1～2流路/mmである。しかし、このような流路密度では、効果的な解像という点で不十分である。例えば、通常の読書距離で区別できるだけの横線を、インク滴でプリントすることができない。

効果的な解像は、例えば、横方向に流路間の空間を渡らすように、プリント紙面内にプリントヘッドの角度を付けることによつて増強できる。しかし、これはごまかしの制御ロジックと、ある特定のプリント線に集まつたすべてのインク滴を単一の横線でプリント紙上に付着させるための遅延回路とを必要とする（でなければ、十分に近接した線は肉眼で見分けられない）。解像度を増す第三の方法は、プリント紙の移動方向に互いに間隔をあけられているが単

プリントヘッドに必要な高信頼性と長寿命という点に劣っている。例えば、熱動作プリントヘッドは熱電極上にインク付着を行う。このような付着は、インク滴噴射に必要な電気パルスの大きさを増すのに十分な絶縁効果を有する。熱応力クラック、部品焼損およびキャビテーション損傷が避けられない。第三に、特別に開発された耐熱サイクル用のインクのみが使用でき、従来のインクと比べてこのインクは低い光学密度でしかない。

一方、圧電アクチュエータを用いたマルチ流路インクジェットプリンターが、米国特許出願第4,525,728号、第4,549,191号、第4,584,590号およびIBM技術開示報告Vol.23、No.10（1981年3月）に開示されている。圧電アクチュエータは熱動作式のものに比べ、低エネルギーで動作するという利点を有している。しかしながら、上記従来技術は所望のプリント解像レベルまで達

- 24 -

一の横線を協力してプリントする2以上の流路のバンクを設けることである。そのようなバンク2つだけで、共通のプリント線内に両流路のノズルを配置できる。さらに多くのバンクを用いて、プリント紙の移動方向にノズル空間が設けられ、場所の一致が必要な流路の時間間隔をあげられたアクチュエーション（変形）を与えるために遅延回路が要る。しかし、遅延回路を用いると、通常遅延時間に比例してコストが高くなるので、製造コストが上がる。

各バンクがそれ自身十分な単色解像度を有しているとしても、カラープリンティングには通常4バンクの流路が要るということを知ることが、この点で有用である。単色に対し所望の解像度を得るために多数のバンクが必要となるでは、カラーアプリケーションが上記問題を調合する。

プリント紙の移動方向に対し垂直な方向に流路間の空間を渡らすことの利点は、いまや明らかである。多くの場合、

特にカラープリンティングが要求されているところでは、プリント紙の移動方向に沿って（すなわち、バンク間で）流路間の空間を減らすことには、さらに利点がある。それはすなわちプリントヘッドのバンク寸法（大きさ）を減らすことであり、もつと重要なことは場所の一致に必要な時間遅れを減らすことである。

<発明の目的>

本発明の目的は、低エネルギーレベルで作動し、プリント紙の移動方向に垂直又は平行又は両方の単位長当りに多数の流路を与えるマルチ流路パルス滴付着装置を提供することにある。

<発明の構成>

本発明の高密なマルチ流路アレイ・パルス滴付着装置は、横方向に互いに間隔を有する多数の平行な流路からなり、該流路は流路の長手方向および長手方向と幅方向の両方に

— 27 —

なるノズルプレート 5 を端に有している。インク滴 7 は流路 2 からの要求に応じて噴射され、プリント面 9 のプリントライン 8 に付着される。

プリントヘッド 10 は、ノズルプレート 5 から平行に後方に伸びる底部 20 を有している。流路 2 は長方形断面の長くて狭いものであり、その長手方向に伸びる側壁 11 を有している。側壁 11 は流路の全長にわたって伸び、流路軸に垂直に変形可能で、ノズルから滴を噴射させるように流路内のインク圧を変化させる。流路 2 は、パイプ 14 でインク溜（図示せず）につながる横流路 13 に、ノズルから離れた端で接続されている。側壁 11 を変形させる電気接続（図示せず）が底部 20 上の LSI チップ 16 に作られている。多数の平行流路に対するワーク部を設計することにより、同時に多数の底部を支持するジグ上で作動する一連の平行操作がなされる。

— 29 —

垂直に伸びる側壁と、液滴を噴射するためのノズルを有し、該流路を給液手段につなぐ接続手段と、選択された流路の側壁の少なくとも一部のアレイ方向に平行な変形によりノズルから液滴を噴射させるための電気的アクチュエート手段を有している。

以下、図によつて本発明を具体的に説明する。

第 1(a)図は本発明の一実施例よりなる「ドロップ・オン・デマンド」インク・ジェット・アレイプリンターの斜視図、第 1(b)図はその断面図、第 1(c)図はその 1(c) - 1(c) 矢視図である。高密度アレイの「ドロップ・オン・デマンド」インクジェットプリンターは、多数の平行なインク流路 2 からなっている。

ここでいう「高密度アレイ」とは、流路軸に垂直な線に沿つてインク流路の密度が $2/\text{mm}$ 以上のアレイをいう。流路 2 はインク 4 を含み、各流路に 1 つずつのノズル 6 から

— 28 —

インク流路 2 およびノズル 6 の高密度パッキングは従来のアレイプリントヘッドには見られない多くの特徴によつて達成される。まず、流路 2 は長方形断面であり、流路軸を含む面に垂直に伸びる側壁 11 を有している。流路断面の外観比、すなわち流路軸の面に垂直および平行な大きさの比は、3 ~ 30 である。流路は、電気的にアクチュエートされてプリントする変形可能な側壁 11 によつてセパレートされている。

米国特許第 4,525,728 号、第 4,549,191 号および第 4,584,590 号に、流路間ではなく、各流路の端にある天壁にアクチュエータを設けた流路が開示されている。しかし、このような「屋根」型のアクチュエータでは流路密度を制限することになり、せいぜい 1 ~ 2 流路/mm しかとれない。これに対し、本発明では流路が変形可能な側壁と高外観比の断面を有しているため、 $2/\text{mm}$ よりも大

— 30 —

きな密度のプリントヘッドを提供することができる。これは熱バブル作動型のプリンターの欠点を克服し、1流路当りのコストが安く、高解像度のプリントヘッドの利点を与える。

前記IBM技術開示報告 Vol. 23、第10 (1981年3月) に開示されているアレイは、二つの隣接したチャンバー間の壁に装置された円板状の圧電アクチュエータが、一つのチャンバーをたわみ変形させ、もう一つのチャンバーを反対方向に変形させるように設けられている。チャンバーの幅とチャンバー間の間隔は、ノズル間の間隔を縮めるようにチャンバーが歪まる結果として表わしている。

本発明の一実施例では、ノズル6からインク供給マニファールドまで流路長全体にわたって伸びる電氣的に作動される変形可能な壁と結合して音響波が使用される。作動されると、流路の片側又は両側の変形可能な側壁11は流路内

- 31 -

平行な狭い断面積と、共通の変形壁の同一面内の厚さとが両方減る。これにより、流路内のインクのコンプライアンスが減り、一方、流路間の変形可能な壁のコンプライアンスが増す。

高密度の流路ということは、流路間の壁のコンプライアンスがプリントヘッドの設計上重要な因子であることを意味し、これは従来技術においては考慮されていなかったことである。

壁のコンプライアンスは、例えば流路内のインク内の音速に影響し、インク溶剤単独でよりも小さな音速にする。同時に、側壁11がアクチュエートされたとき、小さなコンプライアンスの壁の場合よりも大きなコンプライアンスの壁の場合の方が、インク圧力が小さくなる。さらに、コンプライアンスによつて、圧力変化がアクチュエートされていない周囲の流路にもたらされる。

- 33 -

のインクを圧縮する。この圧力はノズルから伝播する音響圧力波によつて分散される。流路長に沿つて圧力波が伝わる間、この波の圧縮がノズルからインク滴を噴射する分配源として作用する。

このようにして音響ポンプによつて流路とアクチュエータとが結合されると、アクチュエータの体積変形が分布されるので、壁変形はどのセクションでも小さい。代表的には、アクチュエータ壁は3~30又はそれ以上の外観比(高さによる幅の比)を有している。同時に、平面の平行流路配置は大量生産に適している。

実際には、音響波が伝わる流路の長さはインク滴噴射に適切な時間および流路内の粘性境界層の成長によつて(のみ)制限される。代表的には、流路長は流路幅の30倍以上、好ましくは100倍以上である。

平面アレイでの流路の線形密度が増すと、流路軸の面に

- 32 -

第2(a)、2(b)、3(a)、3(b)および4~7図に、本発明の装置の側壁の種々の構造および作動方法が示されている。

第2(a)、2(b)図に示されているプリントヘッドは、製造のしやすさと電子的機械的な効率のよさにより、本発明の好ましい実施例である。アレイは、変形可能な側壁11を底・天壁25・27の間にはさまれ、矢印33・35のよりに互いに逆方向に分極された上部・下部壁29・31からなる剪断モードアクチュエータ15、17、19、21、23の形に結合する。代表的には、隣接側壁間の距離は0.05mm、側壁の高さは0.30mmである。各流路長は10mm以上である。電極37、39、41、43、45がそれぞれ対応する流路2の全内壁をおおっている。ここで、例えばアクチュエータ21、19間の流路2の電極41に電圧を与えると、該電極41の両側の流路2の各電極39、43はアースされているので、アクチュエータ19と21

- 34 -

に逆方向の電界が印加される。各アクチュエータの上部・下部壁 29・31 が逆方向に分極されているので、上部・下部壁 29・31 は破線 47、49 で示すようにくの字形にその間の流路 2 に向かつて剪断変形する。その結果、アクチュエータ 19 と 21 の間の流路 2 内のインク 4 に圧力が加えられ、流路長に沿って音響圧力波が伝えられ、ノズルからインク滴 7 を噴射する。剪断モードアクチュエータの変形構造例が、本発明と同時出願の明細書内に説明されている。

第 2(b)図において、電極 37~45 がそれぞれ個々に LSI チップ 16 に接続され、クロックライン 51、データライン 53、電圧ライン 55 およびアースライン 57 も LSI チップ 16 に接続されている。流路 2 が第 1、第 2 グループにアレンジされ、クロックライン 51 から供給された連続するクロックパルスがこの第 1、第 2 グループを

- 35 -

L/a 経過後、ゆつくりとゼロに減衰する。電圧 V 印加の時間 L/a の間、ノズルから流路内に伝わる音響波は、液圧を高めてノズルからインク滴を噴射させ、一方、隣の流路では負圧がメニスカスの後退運動をひきおこす。その後で、電圧がゆつくりとゼロに減退するにつれ、アクチュエートされた流路の壁は元の位置に戻り、一方、ノズル内のインク・メニスカスの元の位置はインク溜から流路へ給液することにより回復する。

第 2(d)図の下の方の作動モードにおいて、負の電圧 $-V$ が時間 L/a 、アクチュエートされた流路の側壁にゆつくりと印加され、この印加の率は流路からの滴噴射をひきおこすよりも小さい。アクチュエートされた流路内の波の残留圧力が隣の流路からのインクの流れによつて正になつたとき、負の電圧 $-V$ が時間 $2L/a$ 保たれる。次に電圧が急にゼロになると、流路内の圧力は上昇し、壁が急速に元

続けてアクチュエートする。データライン 53 上に現れる多ビット・ワードの形式のデータが各グループのうちのどの流路をアクチュエートすべきかを決定し、LSI チップ 16 の回路により、アクチュエートされているグループの流路の電極に電圧ライン 55 の電圧 V を印加する。この電圧により選択された流路の両方の側壁がアクチュエートされ、従つて各グループにおいてすべての側壁が流路を作動可能になる。アクチュエートされていない同一グループの流路の電極と、他のグループに属するすべての流路の電極はアースされる。

第 2(d)図に、滴噴射のために用いられる二つの異なる電圧波形を示す。

同図の上の方の作動モードにおいて、アクチュエートされた流路の電極は時間 L/a (L :流路長、 a :インク内の音速) だけ正の電圧 V を印加されている。電圧は、時間

- 36 -

の位置に回復するにつれインク滴が噴射される。この作動モードでは、初期エネルギーのいくらかが音響圧力波内に保たれて滴噴射を助ける。また、電圧印加の間、アクチュエータの運動に抵抗する側壁の弾性が滴噴射をおこすエネルギーを与える。インクと結合した壁のコンプライアンスは、音響波の伝播の間、インク滴の噴射を助ける。

ある状況下では、ノズルプレートを流路の端に直接接触させることは適切でない。例えば、2バンクアレイの流路がシングルライン上にプリントするために要求されているとき、又は 2 つの相並んだアレイモジュールがモジュール境界を横切る一定滴下間隔を生ずるために要求されているときには、各流路とそれにつながつたノズルとの間に短い接続用通路を設けることが必要である。この接続用通路の体積は流路の体積の 10% 以下であることが重要とされている。

- 37 -

- 38 -

第2(c)図においては、第2(a)、2(b)図のものと異なり、側壁11の上部・下部壁29・31は天壁27・底壁25からテーパーになつている。上部・下部壁29・31の根元は、今迄の実施例のそれよりも広くなつている。この配置はアクチュエータ壁15～23のコンプライアンスを減らす一つの方法であり、又、同じことであるが、同一のコンプライアンスに対して壁の占める幅を減らす一つの方法である。第2(c)図のアクチュエータを作動させるための電気的な配置は、第2(b)図のそれと同じである。

第2(a)、2(b)、2(c)図に示された構造はモディファイでき、上記の方法とは異なるモードでも作動できる。アクチュエータ15、19、23は電極を設けることでアクチュエートされ、一方、アクチュエータ17、21は脱分極されるか電極を設けられないかによつて、アクチュエートされない。この配置は後述する第3(a)、3(b)図の電気的配置

- 39 -

には流路の半分の長さだけ伸びることもある。第2(c)図の場合には溝はレーザー又は輪郭カッティング円板によつて切られている。平行溝は対応するセラミックシート的一端にむかつて開いているが、他端に対してはストップ・ショートされている。内部溝の端で、横溝が切られてインク・マニフォールドを形成している。このインク・マニフォールドをインク溜に接続するためのパイプ14を受けるために、一つのセラミックシートの側面に穴が穿孔される。圧電セラミックの露出部分および隣接する天・底壁面が周知の方法で金属蒸着されて電極を形成する。流路壁のすべてに電極を設けるのではない場合には、マスキングによつて選択的に金属蒸着が行われる。側壁の一番上面（流路軸に平行な面）の金属は取り去られ、このような各面同士が接合されて、側壁11の間に流路2を形成する。製造プロセスのある適当な段階で絶縁層が電極上に設けられる。次に

- 41 -

および作動方法と同じである。

第2(a)、2(c)図に示されているように、ノズル6は交互に流路軸面に垂直に少しずつずれている。これは第1、第2グループのノズルからの滴噴射における時間差を補償するためであり、両グループのノズルからの滴が予め定められた位置、適切には直線のプリントライン上に付着させるためである。

第2(a)、2(b)、2(c)図のプリンターを製造する方法は、まず、圧電セラミックの2シートの各々をシートに垂直な方向に分極し、好ましくはガラスのような非活性物質のシートをそれぞれ底壁25と天壁27にラミネートすることである。分極方向はどちらの場合もガラスに向かつている。次に、圧電セラミックのシート内に、ダイヤモンドカッティング円板の回転又はレーザーによつて平行な溝を切る。これらの溝は天壁又は底壁まで通して伸びるが、ある場合

- 40 -

ノズルプレート5が流路の一端に固着され、流路のもう一端には側壁の電極からLSIチップ16へ電気的接続がなされる。LSIチップ16はセラミックシートの一つに設けられた凹部に装着され、横流路13の後部がもう一方のセラミックシートに設けられる。

第1～2図の装置の製造方法は、一つのアレイ面内で多数の平行流路を同時に作る方法を用いる。すでに説明したように、これにより1流路当りの製造コストが安くなる。

しかし、ある構造の場合には、サンドイッチ構造を用いてアレイを組み立てることが便利になる。例えば、単一プリントヘッド内に多バンク流路がアセンブルされているところでは、サンドイッチの各層が各バンクの1又は2流路を与える。

第3(a)、3(b)図において、多バンク流路プリントヘッドにおけるサンドイッチ構造が示されている。第3(a)図に示

- 42 -

ように、非変形層 61 が圧電物質層 63 と交互にサンドイッチ状にはさまれている。圧電物質は厚み方向、すなわち矢印 65 方向に分極している、これらの層が天部非変形層 69 と底部非変形層 71 とによつて閉じられている。一群の平行溝 73 が各非変形層 61 および天部非変形層 69 の下面に切られている。同様に、一群の平行溝 75 が各非変形層 61 および底部非変形層 71 の上面に切られている。こうして、三方を非変形物質に囲まれ、残りの一方を圧電物質に区切られている長方形の流路 77 が形成される。

各流路 77 内で、中央電極ストリップ 79 が圧電物質の界面上に設けられる。さらに、流路中間の非変形物質の領域において、電極 81 が各圧電層の面上に設けられる。一例では、電極 81 はすべてアースされる。

流路 77 は垂直アレイ方向における対にグループ分けされる。次に、各対の流路は介在する圧電層によつて形成さ

れる共通の変形可能な側壁によつて分割される。対の両流路に対する中央電極ストリップ 79 は相互接続され、これへの正又は負の電圧の印加が選択された流路の圧力を増すのに適切な上方又は下方への変形をする圧電物質の分極方向に垂直な電界を発生する。

この配置において、流路がそれらを分割する共通のアクチュエータ壁を有する対にグループ分けされるところでは、一つ以上の流路グループ分け方法が存在する。一例として、偶数番の流路を一つのグループとし、奇数番の流路を別のグループとすることができる。これは、ある対の両方の流路はけつして同時には滴噴射をしないという要求に合致する。しかし、この要求は他の方法によつても満たされ、各流路グループが、連続する流路対の交互に左手と右手の流路からなる場合には利点を有する。

例えば、

- 43 -

| グループ | 流路番号 | | | |
|------|-------|-------|--------|--|
| 1 | 1, | 4, 5, | 8, 9, | |
| 2 | 2, 3, | 6, 7, | 10, 11 | |

というグループ分けにおいて、流路 2 と 3 が同時にアクチュエートされたとすると、流路 2、3 はそれらの間の非変形層に等大で逆方向の圧力を加える。このような隣接する二つの流路 2、3 の同時アクチュエートは、もちろん常におこるものではないが、上記利点が重要であるために、この現象は十分おこりうる。

流路 77 のノズルは図示されていないが、必要なら、二グループの流路からの滴噴射の時間差を補償するために、垂直方向に流路間に交互にノズルのずれを導入することができる。空間のずれはプリント面およびアレイ間の相対運動の方向に生じ、この方向は垂直、水平又は斜めである。

第 3(b)図は電極がノズルから離れた流路端にいかにつ

なされているかを示し、電極 81 はリード線 78 によつてアースされ、電極ストリップ 79 はリード線 80 によつてチップ 16 に接続されている。チップ 16 は電圧ライン 82 (+V)、83 (-V)、84 (ゼロ) を有し、クロックライン 87、データライン 89 を有している。

一つのアクチュエータが一对の流路を作動させ、この対が非変形層 61 によつて垂直アレイ内の他の流路の作動から絶縁されているので、対象はそれらの間のアクチュエータによつて作動される隣接対の流路 A、B (第 3(a)図)に限定される。これらの流路を作動させる信号は、特定のプリントサイクルにおいてデータトラテック 89 から駆動回路チップ 16 に供給される 2 ビットデータワードによつて始められる。次に、これは電圧レンジ $\pm V$ の四つの電圧パルス波形の一つを発生し、それらをトラック 80 を通してアクチュエータに印加する。

- 44 -

- 45 -

- 46 -

2ビットデータワードは、駆動回路チップ16に、流路対が上方および下方両方からプリントすべきか、又はどちらの流路もプリントしないかに依存する四つの電圧信号の一つを発生させる。この四つの電圧信号(i)~(iv)は第3(c)図に示され、第1又は第2グループでアクチュエートされるべき流路に交互に供給され、ライン87からのクロックパルスが、どのグループが特定の瞬間に作動可能かを決定する。

第1流路Aのみが滴を発生すべきときには、信号(i)が発生する。信号(i)は時間 $2L/a$ だけ+Vになつた後、ゼロに戻るパルスからなる。アクチュエータの反応と、信号(i)に対応するインク流路内の圧力波は、損失のないゼロ粘性の場合に限定される。

電圧パルスVが一对の流路A、B内のアクチュエータに印加されると、直ちに、一方の流路に正の単位圧力+Pが、

- 47 -

となる。

第1流路のノズル・アパーチャ内のインクメニスカスは、滴噴射による初期状態から1滴の体積分だけ引つ込んでいる。第2流路のアパーチャ内のインクメニスカスは、引つ込んだ後、時間 $2L/a$ 経つと初期位置に戻っている。

時刻 $2L/a$ において、電圧信号は相殺され、アクチュエータがリセット位置に戻る。これにより各流路内の圧力が実質的に消され、いずれかのノズル・アパーチャからのそれ以上のインク滴噴射が止められる。第3(c)図の(i)の波形は、それゆえ、第1流路からのみのインク滴噴射をもたらす。再補充時間T後に、インクは表面張力によつて平衡状態に戻るので、インクは各流路内でデータ位置を回復し、それ以上のプリントが進行する。

第3(c)図の波形(ii)は、第2流路Bからのみの滴噴射のために適用される。これは時間 $2L/a$ の間の負電圧パルス

- 49 -

もう一方の流路に等大の負の単位圧力-Pが発生する。これらの圧力は、端から流路を伝わる音響圧力波によつて分散される。第1流路のノズルから時間 L/a 内にインク滴が噴射され、同時にインクがこの流路の背後から回りこんで流路A内に流れ、第2流路内のノズルのインクメニスカスも内部に引かれる。時間 L/a 経過後、第1流路内の圧力は負となり、第2流路内の圧力は、流路端での圧力波の反射係数と音響波減衰とに依存して、正となる。

第2周期 L/a において、アクチュエータ壁が変形したままに残るので、圧力波は各流路内を伝わり続ける。第1流路内のインクメニスカスは内部に引かれ、同時に負圧によつて第2流路から流路の後縁にインクが流れる。インクが流れ去る間に、第2流路内のアパーチャに、およびその後縁から再補充されるので、時間 $2L/a$ の後で、第1流路内の圧力は再び+Pとなり、第2流路内の圧力は再び-P

- 48 -

-Vの印加を表わし、第2(a)図の信号の印加に等しい。

波形(ii)は両流路のアパーチャからの滴噴射に適用される。この波形は波形(i)と(ii)を順に印加した場合に相当し、時間 $4L/a$ 後にパルスが終る。波形(iii)はアクチュエーション信号が何も印加されず、どちらの流路からも滴が噴射されない場合に適用される。時間 L/a は比較的短いので、再補充時間Tはプリント・サイクルの最短周期を区切る上で、伝播波形の時間 L/a よりも大きな重要性を有している。

第4図において、第2(a)、2(c)図の装置と同じ作動をし、従つて第2(b)図の電気的配置を用いるが、第3(a)図の剪断モードアクチュエータを用いる装置が開示されている。好ましくはガラスからなる天・底壁27・25の間に、アクチュエータがアレイのすべての壁に設けられている。電極は、好ましくはタングステンのブロック95である、二つの堅い金属からなる。ブロック95の一つは天壁27から

- 50 -

伸びるアクチュエータ壁 97 の先端に、ブロック 95 のもう一つは底壁 25 から伸びるアクチュエータ壁 99 の先端に設けられている。電極 103 が壁 97 と天壁 27 の間に、電極 105 が壁 99 と底壁 25 の間に設けられている（これらは第 3(a) 図の電極 81 に相当する）。壁 97・99 の分極方向は底・天壁に平行で、矢印 107 で示されている。従つて、壁 97・99 に印加される電界の方向は底・天壁 25・27 に垂直である。電氣的接続はコネクタ 109・110 を通して、ノズル 6 から離れた流路の端で 3 点接続によつてなされる。コネクタ 109 はゼロ電位にある線を一つのアクチュエータ壁の電極 103、105 および隣接するアクチュエータ壁のブロック 95 につなぎ、コネクタ 110 は電位 V にある線を一つのアクチュエータ壁の電極 103、105 および次に隣接するアクチュエータ壁のブロック 95 につなぐ。

- 51 -

する。その後でノズルプレート 5 が流路の一端に固着され、もう一端には 3 点電氣的コネクタが設けられ、既述したようにリード線がチップ 16 に接続される。

第 5 図において、圧電セラミックの平行ストリップ 158、159 によつてサンドイッチ構造にアSEMBルされた壁 152~157 が示されている。各流路 2 は隣接する側壁 11 および一對の圧電ストリップ 158、159 によつて区切られている。壁は圧電ストリップに接触してその表面に電圧が印加される電極を有している。圧電ストリップ 158・159 の分極方向は矢印 160 で示される。従つて、電界の印加により圧電ストリップが分極に依存して厚みを増し、又は減じ、隣接する壁を引いたり離したりする。

例えば、流路 A の場合、その両側の壁 154、155 上の各電極がそれぞれ +V、-V ラインにつながれている。それ以外の壁 152・153、156・157 上の電極は、

流路 2 は、第 2(a)、2(b) 図の場合と同様に、交互に第 1、第 2 グループに配置され、各アクチュエートされた流路の両側壁を作動するために、電位 V 又はゼロを各グループの選択された流路にスイッチするための電氣的接続が与えられている。

第 4 図の装置の製造は第 2(a)、2(c) 図の装置の場合と同様に、アレイ面内においてなされる。まず、底・天壁 25・27 の各々に、要求場所に金属蒸着を行うマスキングによつて金属層を設けられて、電極 105・103 が作られる。次に、矢印 107 の方向に分極された圧電セラミック層が底・天壁の各々に設けられる。次に、この圧電層の各々に、タングステン又は他の堅い金属の面が設けられる。平行溝がこの二つの多層構造の各々に切られ、横溝が上記平行な流路溝の共通端をつなぐように形成される。次に、底・天壁に平行な金属プレートが接合されて流路 2 を形成

- 52 -

すべてアースされている。この電極配置で、+2V の電位が流路 A に結合した圧電ストリップに印加され、隣接する壁 154 と 155 を互いに引き合うようにさせる。正のインク圧力が所望の流路内に発生する。壁 153 と 154 の間、および壁 155 と 156 の間の圧電ストリップが -V の電位を受けるので、それらはプリントヘッドの全体の大きさを実質的に変化させることはなく、壁 154 と 155 の運動を許すように広がる。

もし、同一のグループで流路 A の次の流路、例えば C から同時に滴噴射を要するなら、流路 C の両側の壁 156、157 上の各電極がそれぞれ +V、-V ラインにつながれる。この場合、壁 155 と 156 の間の圧電ストリップは -2V の電位を受けるので、壁 155 の左向きの運動と壁 156 の右向きの運動の両方を受け入れて広がる。残りの壁の動作も上記と同様である。

- 54 -

上記実施例では3-3モードでの圧電素子の広がり又は縮みを利用したが、3-1モードの変形を利用して交互配置がなされ得る。いずれの場合にも、サンドイッチ構造の使用が好ましい。

第6図において、分極された圧電物質からなる2層の壁172~179が示されている。これらの壁はゼロ電位のスペーサブロック178、179によつて分割されている。各流路2は隣接する2層の壁とスペーサブロックによつて囲まれている。各2層圧電壁はそれぞれ電位+V、0、-Vラインにつながっている中央電極180を有している。例えば流路Aから滴噴射をさせたいとすると、流路Aの両側の壁174、175の各中央電極180にそれぞれ+V、-V電位のラインがつながれる。この電圧印加により、流路Aに向かつて互いに逆方向のたわみ変形がおきる。この様子が第6図の破線で示されている。その結果、流路A

- 5 5 -

位に保たれている。壁193と194の間の圧電セラミック断面を考えると、これらは電位+Vを受けて矢印のような方向の回転を受ける。壁194の圧電セラミック断面は電位-2Vを受け、互いに逆方向の二つの回転を受ける。壁194と195の間の圧電セラミック断面は、隣の断面の回転により外側に変形するけれども、電界を受けず、したがってそれ自身は回転しない。壁194の上端と下端はたわみモーメントをもち、壁194を破線で示す位置にたわませる。同様にして、壁195は壁194と逆方向にたわませられる。

もし、同一グループの次の流路Cからも同時に滴噴射をさせたいのなら、流路Cの両側の壁の電極を電位-Vに保ち、その一つ外側の各電極を+Vに保つようにする。壁195と196の間の圧電断面がゼロ電位を受ける以外は、壁の動作は上記と同様である。したがって、この断面はも

- 5 7 -

内に正のインク圧力が生じて、滴噴射が行われる。

次に第7図において、二つの圧電セラミック190、191のシートが厚み方向に分極され、それらの間に平行な一群の壁192~197を支持している。各圧電セラミックシート190、191は電極198（例えば平行溝の圧電セラミック上に金属を蒸着したもの）を有している。電極198は壁と流路の界面に設けられ、圧電セラミック190、191における対応する電極は相互接続されている。

作動モードとして、対象の流路の両側の壁にたわみモーメントを印加する圧電セラミックの断面の剪断運動により、壁が流路の内側にたわむ。例えば壁194と195の間の流路Aから滴噴射する場合を考える。流路Aの両側の電極198は-Vの電位に保たれ、その一つ外側の各電極198は+Vの電位に保たれ、他のすべての電極198はゼロ電

- 5 6 -

はやそれ自身は回転を受けず、ただ隣の回転を受けて横に動くだけである。

ここで、いままでに説明した実施例同士を比較するのが都合がよい。構造上の変化はさておいて、選択された流路の活性化方法によつてこれまでの実施例を二つの大きなグループに分類できる。

第1のグループは第2図および第4~7図の実施例であり、流路アレイのすべての壁が変形可能であり、選択された各流路内の必要な圧力変化が流路の両側の側壁の横方向変形を通してもたらされるという点が共通している。これはいわゆる「全ライン変形」モードであり、多くの利点を有している。第2図の例では、各流路の両側の側壁の電極を同電位に保つて、流路の全内面を蒸着することにより共通の電極が各流路に対し形成できる。製造という点で、この方法は、流路の両側の側壁に別々の電極を形成する方法

- 5 8 -

よりもはるかに簡単である。さらに、流路の両側の側壁を用いて滴噴射を行わせるので、圧電物質を最大限に有効利用でき、アクチュエーション・エネルギーが低いということが利点である。

壁作動の交互モードは、各流路の片側の側壁だけが変形可能で、もう一方の側壁は固定されて非変形のモードである。これはいわゆる「交互ライン変形」モードである。これは第3図の例であり、また脱分極等により変形可能壁が交互に非変形にされた場合の第2図のモディファイ例である。

「交互ライン変形」モードはユニポーラー、すなわち一方をアースさせもう一方をアース以外の電位（+Vか-V）につなぐ方法、又はアースと+V、-Vラインを有するバイポーラーによつて駆動される、ユニポーラーの駆動回路の方が簡単であるが、バイポーラー駆動回路を用いた方が

- 59 -

にノズルに関し最適化することが重要である。

しかし、エネルギー効率だけが、コンプライアンスの重要性の設計基準ではない。関係する壁コンプライアンスが増すにつれ、流路間のクロストークも著しく増す。明らかに、インク滴噴射は選択された流路からのみ行われ、クロストークを通じて隣接する流路内に生じた圧力が滴噴射に関係するレベルよりも安全に下に保たれるということが重要である。

本発明がなされるまでは、クロストークの問題が流路密度の上限を決めるファクターであつた。例えば、IBM技術開示報告 Vol. 23、第10 (1981年3月) に開示されているアレイは、チャンバー対間の壁の厚さが、アクチュエータ壁の厚さよりも大きいということは興味がある。

これが当時のクロストークを減らす方法であつた。

壁コンプライアンスを減らす方法については既述したよ

トラックコネクタの数は減る。

特定の壁構造が「全ライン変形」又は「交互ライン変形」モードのいずれかで駆動され、状況に応じて設計選択がなされる。

既述したように、流路密度の高さとともに、流路間の壁のコンプライアンスの高さが重要なファクターである。ここで「コンプライアンス」とは、インク圧力に対応する平均の変形をいう。インクのコンプライアンスに対する壁の相対コンプライアンスは、多数の一連の方法でプリントヘッドの作動に影響する。隣接流路間のクロストーク（混線）の度合いがコンプライアンスによつて厳密に影響されると同様に、エレクトロ・メカニカル結合係数もまたコンプライアンスによつて厳密に影響される。エネルギー効率という点で、インクのコンプライアンスを壁のコンプライアンスとマッチングさせ、これらを他の流路パラメーター、特

- 60 -

うに、各壁の形が堅さと厚みを増すように変えられ、この壁に印加される電極層の性質も堅さを増すように変えられる。また、炭化ケイ素や炭化タングステン（ともにPZTよりも約1.3倍堅い）のような堅い絶縁体を各アクチュエータ壁にコーティングすることも実用的である。さらにアクチュエータ壁を堅くする方法として、アクチュエータ壁を波形状に設けることにより、流路を直線状でなく波形状にすることも有効である。この例が第8図に示されている。すなわち、アクチュエータ壁（側壁）11が波形状に形成され、その間の流路2は一定幅を保っている。たわみ剛性は独立に増すので、この方法は特に剪断モードで変形する壁に有効に適用できる。剪断モードでの変形を生じさせるために必要な電圧を増す物質は存在しない。

壁コンプライアンスを減らす代りのものとして、本発明ではインクのコンプライアンスを増す技術を提案する。こ

- 61 -

- 62 -

の技術の一つが、第9図に示されている。その作動特性は、第2(a)図の例とよく似ている。しかし、第9図の例では、流路がガラス基板の方に著しく延長されている。すなわち、各流路が交互に底板25および天壁27に向かつて拡張されている。この構造は圧電シート内に流路を作るためのダイヤモンドカッティング円板、レーザー又は他のカッティング装置のカット深さを増して、圧電シートのみならず、その下層のガラス基板にも溝を刻むことにより、容易に得られる。

このようにして各流路を拡張することにより、壁を堅くして壁コンプライアンスCWを減らすのと同じ効果で、インクコンプライアンスCIを増して比CI/CWを上げることができる。壁コンプライアンスを増すことが同一コンプライアンスに対しては壁の厚みを減らすことになり、プリントヘッドの流路密度を増すことになる。

- 63 -

すことを示している。流路P₂から噴射されるインク滴の大きさと速度は、特に流路P₀とP₄が同時にアクチュエートされたときに、小さくなる。しかし、壁コンプライアンスCWがインクコンプライアンスCIに等しい(CI/CW=1)としても、クロストーク効果は実質的にすぐ隣のグループの流路に限定される。この幾分驚くべき結果が、管理可能な比率を残すクロストークの問題を伴って、高密度アレイを生じさせる。

補償方法が第9図を用いて説明される。拡張流路254が正圧Pにアクチュエートされると、隣の流路253と255は負圧 $-P/a$ になり、さらに隣の流路252と256は負圧 $-P/b$ になる。物質と大きさを適切に選ぶことにより、流路254とその隣のグループの流路252、256の間におかれる片持ち梁基板が、流路間の差圧によって変形し、正圧 $+P/b$ を生じて負圧 $-P/b$ を相殺す

- 65 -

上記の比CI/CWの影響が第10図を用いて説明される。第10図は、両側の側壁が活性化されたとき、単一流路P₀の活性化の際に隣接する流路内に起る流体圧力のグラフである。ここでP₋₁とP₁はすぐ隣の流路をさし、P₋₂とP₂は次の隣の流路をさす。壁が完全に堅い理想の場合には、比CI/CWは無限大になる。第10(a)図において、流路P₀内に+2(任意単位)の正圧が生じ、隣の流路P₋₁とP₁には-1の負圧が生じている。流路P₋₂とP₂は圧力がゼロなので、流路P₀とクロストークしない。第10(b)~10(c)図は、比CI/CWがそれぞれ1/8、1/3および1の場合である。これは、比CI/CWが小さくなるにつれ、すなわち壁コンプライアンスCWが相対的に大きくなるにつれ、流路P₋₂とP₂内の圧力が相対的に増すことを示している。また、流路P₀内の圧力とインクのエネルギーを減らし、壁に貯えられるエネルギーを増

- 64 -

る。このようにしてクロストークの問題は解消され、それによつて変形可能な壁を用いたアレイから生ずると考えられる不利を除くことができる。従つて、一グループ内の流路間のクロストークを考慮することなく、流路密度とエネルギー効率に基づいて装置設計を選択することができる。

上記説明は本発明の実施例によるものであり、本発明の範囲を逸脱することなくモディファイすることが可能である。例えば、圧電物質については、PZTが好ましいが、チタン酸バリウムのような他のセラミック、又はモリブデン酸ガドリニウムやロッシェル塩のような圧電結晶を用いることもできる。圧電層の下基板としては、一例としてガラスが用いられるが、他の多くの物質も使い得る。圧電物質のブロックが、圧電壁の層又はラミネート構造に代わつて用いられ得る。圧電壁がガラス又は他の電気絶縁物質の上に装着一されている構造の利点は、流路間の電氣的クロ

- 66 -

ストークが、圧電物質からなる底壁の望まない変形をひきおこす逆電界が減ると同様に、減ることである。

本発明の装置における流路は平行であるが、流路軸は正確に同一面内にある必要はない。オフセットを有する流路がいかに利点をもつかは既述した。一般に、平行な流路はアレイ方向に間隔を設けられる。2次元アレイ流路を与える装置においては、アレイ方向は必ずしも相対運動の方向に垂直である必要がない。実際、プリント紙面の相対運動の方向に平行なアレイ方向において、流路密度が増すことを既に説明した。

本発明の記述は主に、パルス滴インクジェットプリンターに限定されてきた。インク滴を付着すべき対象を「紙」と記述してきたが、この用語は紙以外のプリント可能な多くの面に拡大解釈されるべきである。

さらに一般的には、本発明は他の形式のパルス滴付着装

置を含んでいる。例えば、フォトレジスト、シーラント、エッチング剤、希釈剤、写真現像液、染料その他の付着装置である。

4. [図面の簡単な説明]

第1(a)図は本発明の一実施例よりなるプリントヘッドの斜視図、第1(b)図は第1(a)図のプリントヘッドの断面図、第1(c)図は第1(b)図の1(c)-1(c)矢視断面図、第2(a)、2(b)、2(c)、3(a)、3(b)、4、5、6、7、8、9図はそれぞれ本発明の異なる実施例よりなるプリントヘッドの断面図、第2(d)、3(c)図は電圧波形図、および第10(a)-(d)図はマルチ流路に対する流体圧力の図である。

2…流路 4…インク 5…ノズルプレート
6…ノズル 10…プリントヘッド 11…側壁
16…LSI (駆動回路) チップ 25…底壁
27…天壁 15, 17, 19, 21, 23…アクチュエータ。

- 67 -

- 68 -

特許出願人 エイ エム インターナショナル
 インコーポレーテッド

代理人 弁理士 斉藤 武彦
 同 弁理士 川瀬 良治

図面の浄書 (内容に変更なし)

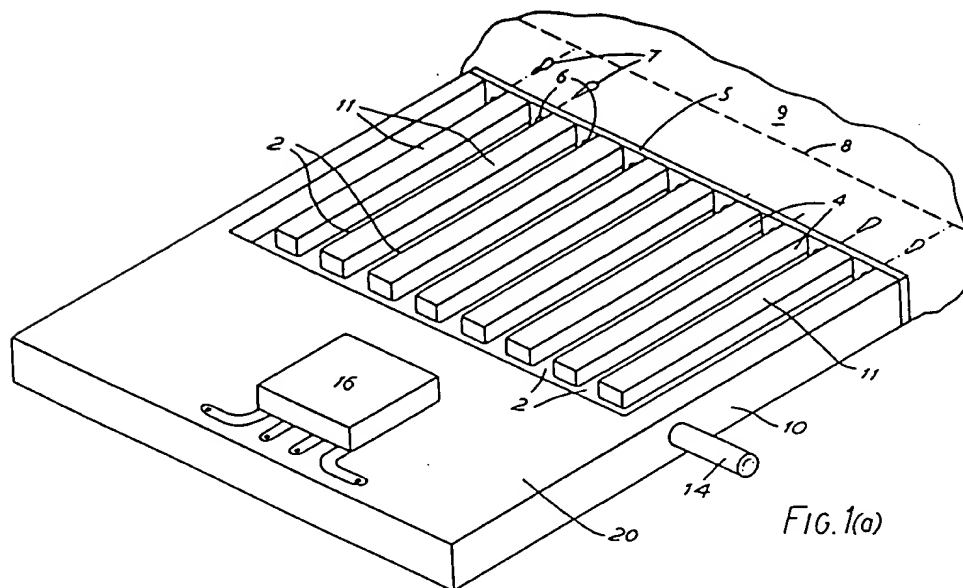


FIG. 1(a)

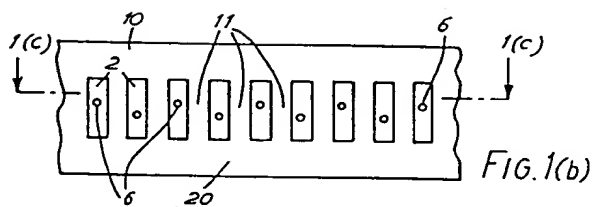


FIG. 1(b)

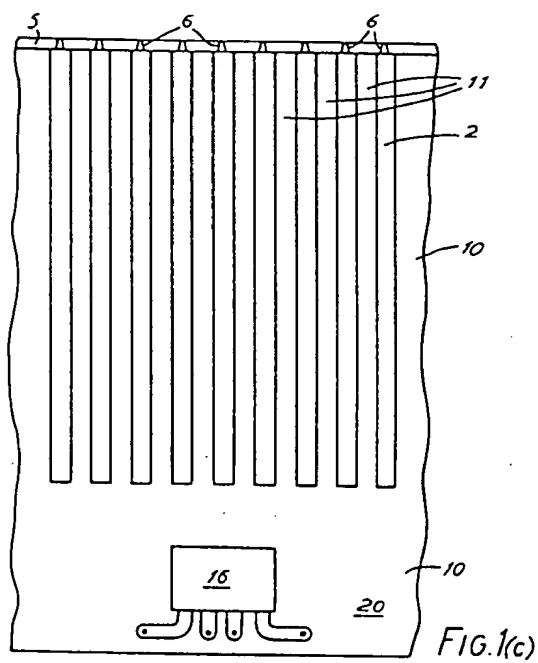


FIG. 1(c)

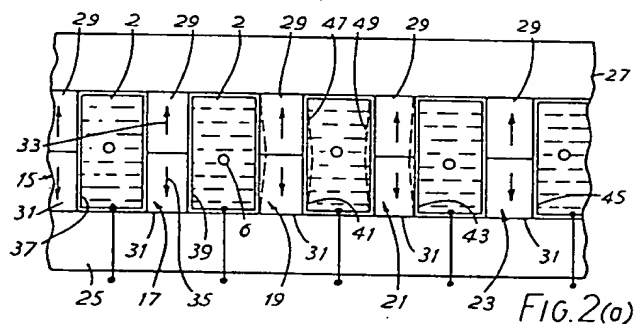


FIG. 2(a)

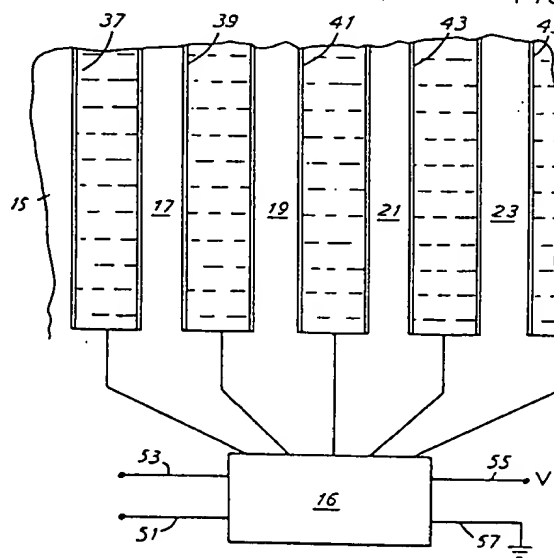


FIG. 2(b)

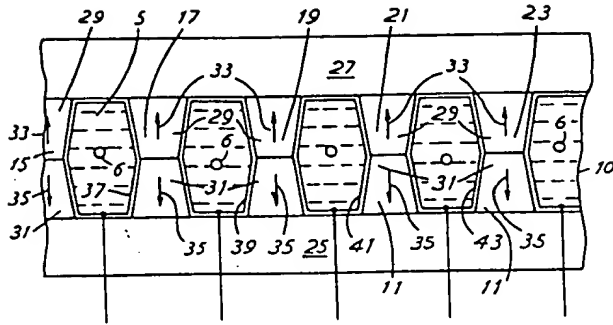


FIG. 2(c)

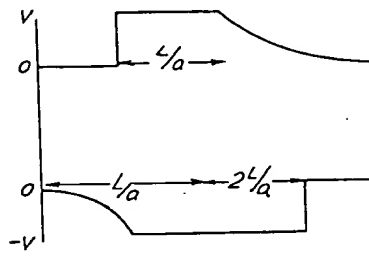


FIG. 2(d)

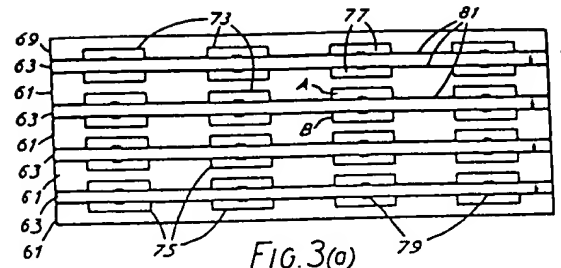


FIG. 3(a)

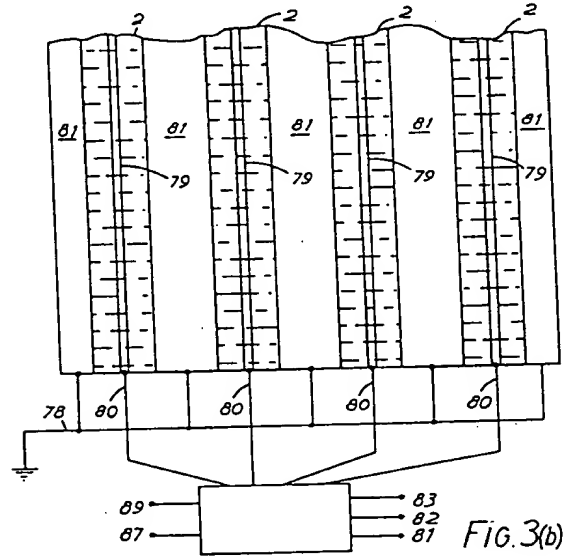


FIG. 3(b)

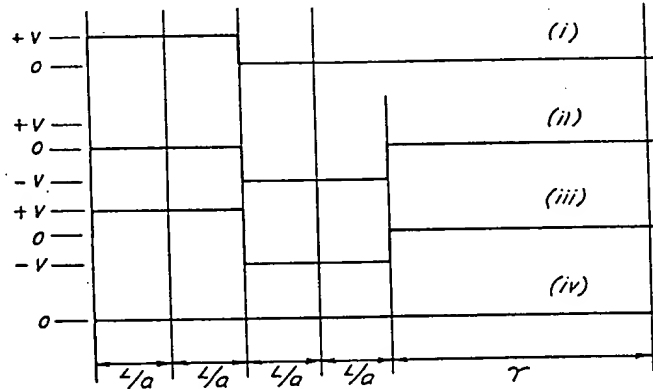


FIG. 3(c)

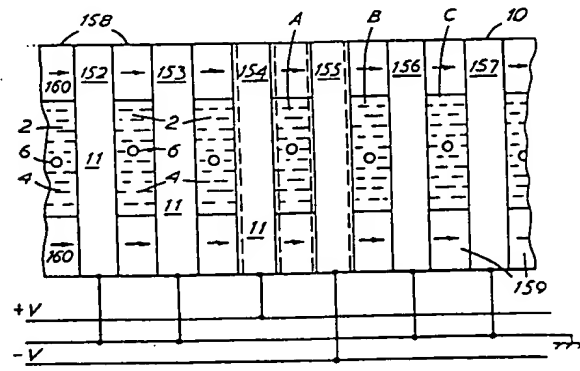


FIG. 5

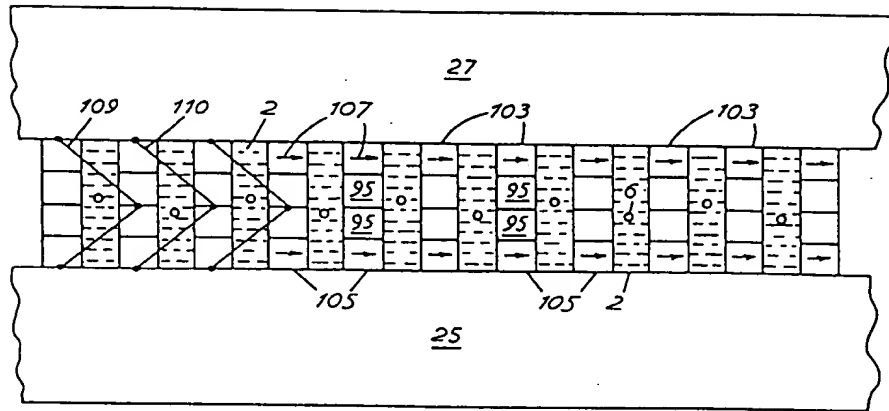


FIG. 4

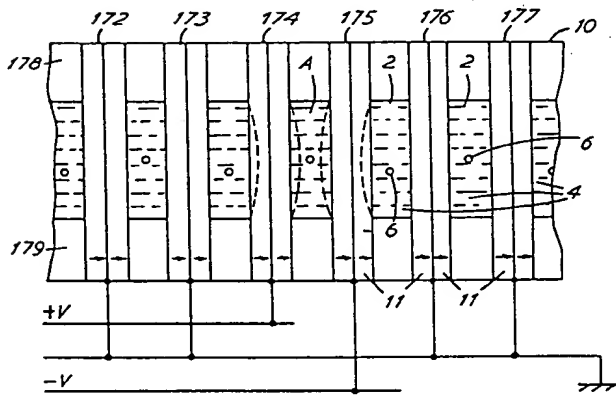


FIG. 6

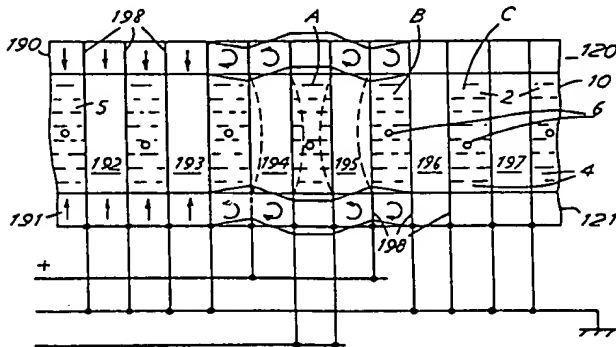


FIG. 7

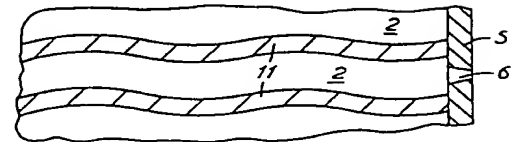


FIG. 8

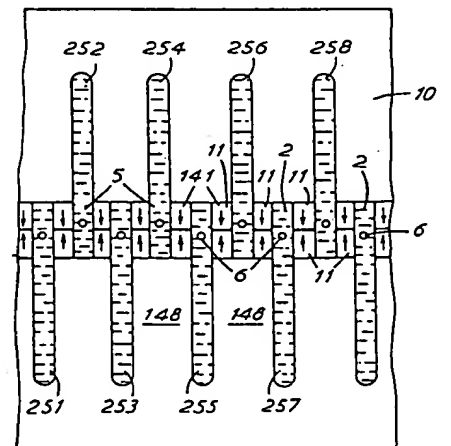


FIG. 9

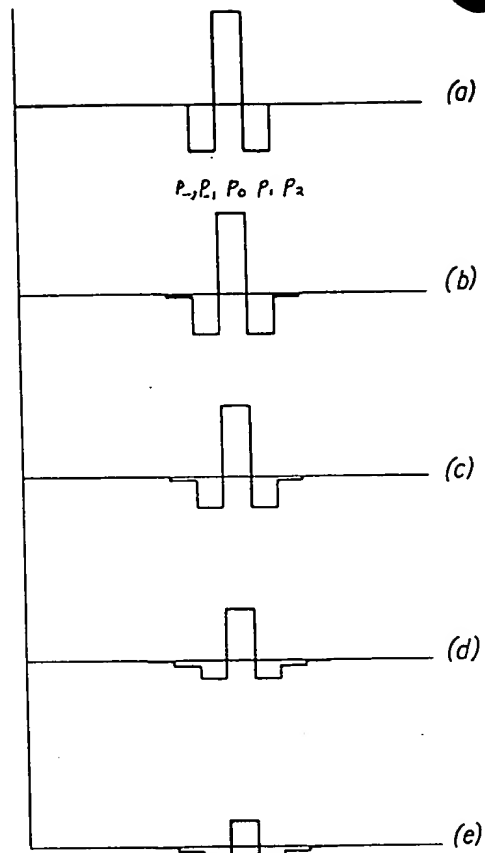


FIG.10

第1頁の続き

優先権主張

③1987年1月10日③イギリス(GB)③8700531

⑦発明者

アンソニー デビッド
バットンイギリス国ケンブリッジ ロングスタントン ストリート
マイケル ミルズ レーン 51

⑦発明者

ステファン テンプル

イギリス国ケンブリッジ シービー3 オーエルエヌ ギ
ルトン ロード 66

⑦発明者

ダブリュー スコット
バーキイアメリカ合衆国イリノイ州 60640 シカゴ エヌ シャ
リダン ロード 5445

手 続 補 正 書

昭和63年2月25日

特許庁長官 小 川 邦 夫 殿

1. 事件の表示

昭和63年特許願第3664号

2. 発明の名称

高密度マルチ流路アレイ・パルス滴付着装置
および同装置の製造方法

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

名称 エイ エム インターナショナル インコー
ポレーテッド

4. 代 理 人

107
住所 東京都港区赤坂1丁目1番18号
赤坂大成ビル(電話582-7161)

氏名 弁理士 (7175) 齊 藤 武 彦

5. 補正の対象

願書に添付の手書き明細書の浄書

6. 補正の内容

別紙のとおり、但し明細書の内容の補正はない。

手 続 補 正 書 (方式)

昭和63年4月18日

特許庁長官 小 川 邦 夫 殿

1. 事件の表示

昭和63年特許願第3664号

2. 発明の名称

高密度マルチ流路アレイ・パルス滴付着装置お
よび同装置の製造方法

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

名称 エイ エム インターナショナル インコー
ポレーテッド

4. 代 理 人

107
住所 東京都港区赤坂1丁目1番18号
赤坂大成ビル(電話582-7161)

氏名 弁理士 (7175) 齊 藤 武 彦

5. 補正命令の日付

昭和63年3月29日

6. 補正の対象

明細書の図面の簡単な説明の欄

7. 補正の内容

- (1) 明細書68頁10行の「第10(a)-(d)図」を「第10図」
と補正する。

手 続 補 正 書

昭和63年3月30日

特許庁長官 小 川 邦 夫 殿

1. 事件の表示

昭和63年特許願第3664号

2. 発明の名称

高密度マルチ流路アレイ・パルス滴付着装置
および同装置の製造方法

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

名称 エイ エム インターナショナル インコー
ポレーテッド

4. 代 理 人

107
住所 東京都港区赤坂1丁目1番18号
赤坂大成ビル(電話582-7161)

氏名 弁理士 (7175) 齊 藤 武 彦

5. 補正の対象

願書の特許出願人の欄および代理権を証明する書面
並びに図面の浄書

6. 補正の内容

別紙のとおり、但し図面の内容の補正はない。